

PCT

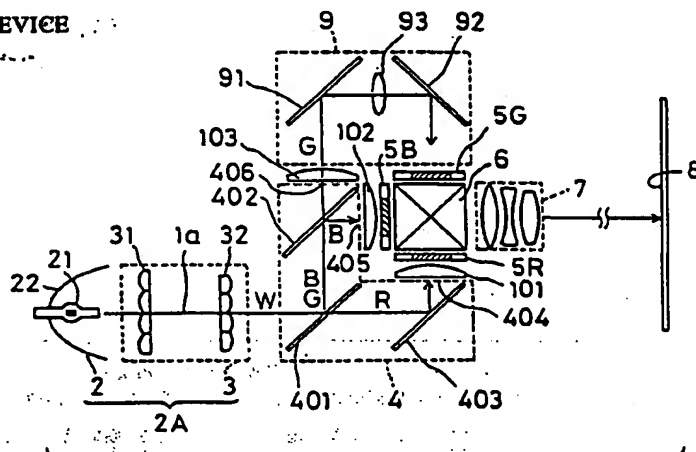
世界知的所有権機関
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

| | | |
|---|----|--|
| (51) 国際特許分類 5 G02F 1/13, 1/1335 | A1 | (11) 国際公開番号 WO 94/22042 (43) 国際公開日 1994年9月29日(29.09.94) |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP94/00419 (22) 国際出願日 1994年3月16日(16. 03. 94) (30) 優先権データ 特願平5/55952 1993年3月16日(16. 03. 93) JP (71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) セイコーエプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION)(JP/JP) 〒163 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者: および (75) 発明者/出願人(米国についてのみ) 中山唯哲 (NAKAYAMA, Tadaaki)(JP/JP) 伊藤嘉高 (ITO, Yoshitaka)(JP/JP) 矢島章隆 (YAJIMA, Akitaka)(JP/JP) 〒392 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP) (74) 代理人 弁理士 鈴木喜三郎, 外 (SUZUKI, Kisaburo et al.) 〒163 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号 セイコーエプソン株式会社内 Tokyo, (JP) (81) 指定国 JP, US, 欧州特許(AT, BE, OH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | | 添付公開番号 国際調査報告書 |

(54) Title : PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称 投影型表示装置



(57) Abstract

A projection type display device (1) comprises an illumination optical system (2A), a color separation system (4) for separating white light (W) entering from the optical system (2A) into color beams (R, G, B); three liquid crystal panels (5R, 5G, 5B) for modulating the respective color beams; a waveguide system (9) disposed on the optical path of the beam (G), which is the longest of all the paths of the separated beams that enter the three light valves; a dichroic prism (6) for combining the beams modulated through the liquid crystal panels; and a projection lens (7) for projecting the combined light on a screen (8). The illumination optical system (2A) is equipped with a uniform illumination optical device (3) which converts white light to a uniform rectangular beam. The dichroic prism as an optical element having symmetry of rotation with respect to the axis of the projection optical system is used for the color synthesis system, and the uniform illumination optical device for suppressing the unevenness in color and illuminance is assembled in the illumination optical system. Accordingly, the display device has high illumination efficiency with less unevenness in color and illuminance.

(57) 要約

投写型表示装置(1)は、照明光学系(2A)と、ここからの白色光束(W)を各色光束(R、G、B)に分離する色分離系(4)と、分離された各色の光束を変調する3枚の液晶パネル(5R、5G、5B)と、分離されて前記3枚のライトバルブのそれぞれに入射する各色の光束のうち、最も光路長の長い光束(G)の光路上に配置された導光系(9)と、液晶パネルを介して変調された変調光束を合成するダイクロイックプリズム(6)と、合成された変調光束をスクリーン(8)上に投写する投写レンズ(7)から構成されている。照明光学系(2A)は、白色光束を均一な矩形光束に変換する均一照明光学素子(3)を備えている。色合成系には投写光学系の中心軸に対して回転対称な光学要素であるダイクロイックプリズムを使用し、照明光学系には色むら、照度むらを抑制する均一照明光学素子を組み込んであるので、色むら、照度むらが少なく、しかも照明効率の高い装置を実現することができる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

| | | | |
|--------------|------------|----------------|---------------|
| AM アルメニア | CZ チェッコ共和国 | KP 朝鮮民主主義人民共和国 | NZ ニューゼーランド |
| AT オーストリア | DE ドイツ | KR 大韓民国 | PL ポーランド |
| AU オーストラリア | DK デンマーク | KZ カザフスタン | PT ポルトガル |
| BB バルバドス | EE エストニア | LI リヒテンシュタイン | RO ルーマニア |
| BE ベルギー | ES スペイン | LK スリランカ | RU ロシア連邦 |
| BF ブルキナファソ | FI フィンランド | LT リトアニア | SD スーダン |
| BG ブルガリア | FR フランス | LU ルクセンブルグ | SE スウェーデン |
| BJ ベナン | GA ガボン | LV ラトヴィア | SI スロヴェニア |
| BR ブラジル | GB イギリス | MC モナコ | SK スロヴァキア共和国 |
| BY ベラルーシ | GE ギルジア | MD モルドバ | SN セネガル |
| CA カナダ | GN ギニア | MG マダガスカル | TD チャード |
| CF 中央アフリカ共和国 | GR ギリシャ | ML マリ | TG トーゴ |
| CG コンゴ | HU ハンガリー | MN モンゴル | TJ タジキスタン |
| CH スイス | IE アイルランド | MR モリタニア | TT トリニダードトバゴ |
| CI コートジボアール | IT イタリア | MW マラウイ | UA ウクライナ |
| CM カメルーン | JP 日本 | NE ニジェール | US 米国 |
| CN 中国 | KE ケニア | NL オランダ | UZ ウズベキスタン共和国 |
| CS チェコスロヴァキア | KG キルギスタン | NO ノルウェー | VN ヴェトナム |

明細書

投写型表示装置

5 技術分野

本発明は、光源からの白色光束を、赤、青、緑の3色光束に分離し、これらの各色光束をライトバルブを通して映像情報に対応させて変調し、変調した後の各色の変調光束を再合成して、投写レンズを介してスクリーン上に拡大投写する投写型表示装置に関するものである。

背景技術

投写型表示装置は、光源ランプと、ここからの白色光束を3色の光束に分離する色分離手段と、分離された3色の色光束を変調する3枚のライトバルブと、変調された後の色光束を再合成する色合成手段と、合成により得られた光像をスクリーン上に拡大表示する投写レンズから構成されている。ライトバルブとしては一般に液晶パネルが使用されている。

従来におけるこの構成の投写型表示装置としては、その光源部分に、オブティカルインテグレータと呼ばれる均一照明光学素子が組み込まれたものが知られている。例えば、米国特許第5,098,184号公報には、このオブティカルインテグレータが組み込まれた投写型表示装置が開示されている。また、この公報には、色合成手段として、ダイクロイックミラーをX字状に配置した構成のものが記載されている。通常は、ガラス板上に誘電体多層膜を形成したダイクロイックミラーで構成される。

このように色合成手段がダイクロイックミラーにより構成されているミラー合成系を備えた投写型表示装置においては、次のような問題点がある。すなわち、ダイクロイックミラーは、投写レンズの中心軸に対して非回転対称の光学要素となる。このため、スクリーン上の画像に非点収差が発生し、投写光学系の伝達特性を示すMTF (Modulation Transfer Function) 特性が劣化する。この結果、画質にぼけが発生して鮮鋭度が低下する。MTF特性の劣化は、画素数に対して液晶パネルのサイズが大きい場合、すなわち、画素ピッチが大きい場合にはそれ程問題にはならない。しかし、例えばポリシリコンTFTをスイッチング素子として用いた液晶パネルの場合等のように画素ピッチが小さくなると、無視することができない。

また、従来における投写型表示装置としては、色合成手段がダイクロイックプリズムにより構成されているプリズム合成系を備えた形式のものが知られている。ダイクロイックプリズムは、投写レンズの中心軸線に対して回転対称な光学要素である。よって、このプリズムによって発生する収差は、投写レンズの設計によって容易に取り除くことが可能であり、一般的に、プリズム合成系を備えた投写型表示装置におけるMTF特性は、上記のミラー合成系を備えたものに比べて優れている。したがって、画素ピッチの小さな液晶パネルをライトバルブとして用いる場合に適している。

更に、従来における投写型表示装置としては、例えば、米国特許第4,943,154号に開示されたものがある。この装置においては、色分解手段における3色の色光束の光路長(光源から液晶パネルまでの距離)を等価にすることにより、光量の減少および色むらを抑制するように構成されている。すなわち、この明細書に開示

の装置においては、最も光路長の長い色光の光路に、リレーレンズ、フィールドレンズ等から構成される光伝達手段を介在させ、各色光の光路長を光学的に等価なものとしている。

しかしながら、この装置においては、最も長い光路長の色光の光量を減少させないものの、光束の明るさ分布がリレーレンズによって180度回転してしまうので、元の明るさ分布が軸対称でない場合には、スクリーン上の表示に非軸対称の色むらが発生し、表示品位が劣化してしまう。光束の明るさ分布が軸対称であれば、このような色むらは発生しないが、実際には、光源ランプの取付け位置のずれ、光源ランプやその反射鏡の僅かな非対称性が原因となって、明るさ分布が非軸対称となってしまうのが通常である。

ここで、投写型表示装置においては、その投写画像の照度を高めると共に、その色むら、照度むらを無くし、CRT直視の画像に近い画像品位を得ることが要望されている。このためには、色合成系としては、伝達特性の良いプリズム合成系を利用することが好ましい。また、オプティカルインテグレータを光源部分に用いて、液晶パネルを均一な明るさで、しかも効率良く照明することが好ましい。しかし、色分離系における各色光の光路長が異なっている場合には、オプティカルインテグレータをそのまま使用すると、最も長い光路に割り当てられた色光の光量減少、照度分布の変化が顕著になり、これが、投写画像に色むらや色温度の変化となって現れてしまう。このため、インテグレータの効果を充分に発揮させることができない。さらには、光源部分にオプティカルインテグレータを用いる場合には、従来技術をそのまま利用することができない。すなわち、オプティカルインテグレータを用いた照明では、液晶パネルから有限な位置（インテグレータの光束出射面）に存在する面光源からの発散

光束が液晶パネルを照明することになるので、従来構成のように無限遠に存在する点光源からの照明と見なせる場合とは基本的に異なるからである。

本発明の目的は、上記の従来の投写型表示装置に比べて、照度むら、色むら等のないより優れた品位の投写画像を形成可能な投写型表示装置を提案することにある。

また、本発明の目的は、高品位の投写画像を形成することのできる廉価な投写型表示装置を提案することにある。

さらに、本発明の目的は、従来に比べて照度の高い投写画像を形成可能な投写型表示装置を提案することにある。

さらにまた、本発明の目的は、高い品位の投写画像を形成可能なコンパクトな投写型表示装置を提案することにある。

さらに、本発明の別の目的は、フロント投写型として用いるのに適した構成の投写型表示装置を提案することにある。

発明の開示

上記の目的を達成するために、本発明は、光源と、ここから出射された白色光束を3原色の各色光束に分離する色分離手段と、分離された各色の光束を変調する3枚のライトバルブと、前記色分離手段によって分離されて前記3枚のライトバルブのそれぞれに入射する各色の光束のうち、最も光路長の長い光束の光路上に配置された導光手段と、前記ライトバルブを介して変調された各色の変調光束を合成する色合成手段と、合成された変調光束をスクリーン上に投写する投写レンズとを有する投写型表示装置において、前記光源と前記色分離手段の間の光路に介挿され、前記光源からの白色光束を均一な矩形光束に変換して前記色分離手段に向けて出射する均一照

明光学手段と、前記色分離手段における各色の光束を出射する光束出射部にそれぞれ配置され、前記均一照明光学手段からの発散光束をほぼ平行な光束に変換する3枚の集光レンズとを有し、さらに、前記色合成手段をダイクロイックプリズムから構成し、前記導光手段を、入射側反射鏡と、出射側反射鏡と、少なくとも1枚のレンズから構成したことを特徴としている。

この構成による本発明の投写型表示装置においては、均一照明光学手段を用いてライトバルブを照明し、各色光の光路中に集光レンズを配置して発散光束を平行光束にすると共に、一つの色光を導光手段を通過させることにより各色光の光路長を光学的に等価にしている。よって、本発明によれば、均一な照度分布で色むらが無く、従来よりも明るく高品位な投写画像を形成することができる。

ここに、導光手段としては、一枚の中間レンズを備えたものとし、この中間レンズの焦点距離を、当該導光手段の光路長の約0.9から1.1倍の範囲内に設定することが好ましい。

また、導光手段を、入射側反射鏡の入射側に配置された入射レンズと、出射側反射鏡の出射側に配置された出射レンズと、これら入射側および出射側反射鏡の間に配置された中間レンズとを備えた構成とすることもでき、この場合には、入射および出射レンズの焦点距離を、当該導光手段の光路長の約0.5から0.7倍の範囲内に設定し、中間レンズの焦点距離を、当該導光手段の光路長の約0.25から0.4倍の範囲内に設定して収差を抑制することが好ましい。

さらに、この場合においては、上記の入射レンズと、この入射レンズに向けて平行光束を入射する前述の集光レンズとを、一枚のレンズとして形成すると、その分、光学系をコンパクトに構成できる

ので好ましい。ここに、一枚のレンズとする場合には、その周囲の収差を抑制するために、非球面レンズとすることが好ましい。

次に、上記のライトバルブとしては液晶パネルを用いることができ、この場合には、液晶パネルの画素ピッチを約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下として、投写画像の精細度を高めることが好ましい。

一方、均一照明光学手段としては、複数のレンズを、光源ランプの出力光の主軸に垂直な面内に配列した構成のレンズ板を少なくとも1枚備えた構成のものを採用でき、この場合には、レンズ板における一方向のレンズ分割数を約3から約7の間とすることが好ましい。

なお、上記の導光手段を通過させる色光としては、一般的に他の色光に比べて光量の多い緑色光とすることが好ましい。あるいは、上記の導光手段を通過させる色光としては、光量変化に伴う画質への影響が比較的目立ち難い青色光とすることが好ましい。

ここに、均一照明光学手段として、第1のレンズ板と、第2のレンズ板と、これらの間に介在した反射鏡から構成し、光路を例えば直角に折り曲げるように構成してもよい。

更に、光源ランプと均一照明光学手段の間に偏光変換手段を配置することが好ましい。この偏光変換手段は、光源ランプからのランダム偏光をP波とS波の2つの直線偏光に分離する偏光分離要素と、分離された2つの偏光のうちの一方の直線偏光の偏光面を 90° 回転させ、他方の直線偏光の偏光面と一致させる偏光面回転要素とから構成される。この偏光変換手段を用いると、光源ランプからの出射光の利用効率を高めることができるので、その分、投写画像の照度を高めることができる。

次に、本発明の投写型表示装置は、上記の構成における導光手段

として、入射側に配置されて光路を90度折り曲げる入射側三角柱プリズムと、出射側に配置されて光路を90度折り曲げる出射側三角柱プリズムと、これらの三角柱プリズムの間に配置された導光部材とを備えた構成のものを採用していることを特徴としている。この構成を備えた投写型表示装置においても、均一な照度分布で色むら無く、従来よりも明るく高品位な投写画像を形成することができる。

ここに、導光部材としては四角柱プリズムを用いることができる。また、三角柱プリズムと四角柱プリズムの界面には無反射コーティングを施すことが好ましい。さらには、三角柱プリズムの全反射面には金属膜あるいは誘電体多層膜のコーティングを施すことが好ましい。

次に、本発明の投写型表示装置はフロント投写型として用いるのに適したものであり、光源と、ここから出射された白色光束を3原色の各色光束に分離する色分離手段と、分離された各色の光束を変調する3枚のライトバルブと、前記色分離手段によって分離されて前記3枚のライトバルブのそれぞれに入射する各色の光束のうち、最も光路長の長い光束の光路上に配置された導光手段と、前記ライトバルブを介して変調された各色の変調光束を合成する色合成手段と、合成された変調光束をスクリーン上に投写する投写レンズ手段とを有する投写型表示装置において、前記光源と前記色分離手段の間の光路に介挿され、前記光源からの白色光束を均一な矩形光束に変換して前記色分離手段に向けて出射する均一照明光学手段と、前記色分離手段における各色の光束を出射する光束出射部にそれぞれ配置され、前記均一照明光学手段からの発散光束をほぼ平行な光束に変換する3枚の集光レンズとを有し、前記色合成手段をダイクロ

5 イックプリズムから構成し、前記導光手段を、入射側反射鏡と、出射側反射鏡と、少なくとも1枚のレンズから構成すると共に、前記光源の出射光の進行方向に対して、前記投写レンズからの投写光の方向が平行で逆方向となるように、光路を形成し、かつ、前記投写光の出射方向の側の装置ケース内に前記光源の冷却手段を配置して、この冷却手段の排気口を投写光の出射方向の側のケース側面に形成したことを特徴としている。

10 この構成によれば、投写画像の観察者とは反対側に冷却手段が位置することになるので、ここから発生する騒音、排気が観察者の邪魔にならないという利点がある。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1の実施例に係る投写型表示装置の光学系の構成を示す概略構成図である。

15 第2図は、投写型表示装置においてライトバルブとして使用される液晶パネルの画素密度と伝達特性(MTF)との関係を示すグラフである。

第3図(A)、(B)および(C)は、それぞれ、第1図の均一照明光学素子を構成している第1および第2のレンズ板の構成を示す概略斜視図である。

20 第4図は、均一照明光学素子のレンズ板の分割数と色むらとの関係を示すグラフである。

第5図(A)および(B)は、均一照明光学素子の働きを説明するための説明図である。

25 第6図は、本発明の第1の実施例における導光系の変形例を示す概略構成図である。

第7図(A)および(B)は、本発明の第1の実施例における導光系の別の変形例を示す概略構成図、およびその働きを示す説明図である。

第8図(A)および(B)は、本発明の第1の実施例における導光系の更に別の変形例を示す概略構成図、およびその働きを示す説明図である。

第9図は、第8図(A)に示す導光系の変形例を示す概略構成図である。

第10図(A)および(B)は、本発明の第2の実施例に係る投写型表示装置の光学系を示す概略構成図、およびその導光系を示す説明図であり、第10図(C)および(D)は第10図(B)の変形例を示す説明図である。

第11図は、本発明の第4の実施例に係る投写型表示装置の光学系および冷却ファンを示す概略構成図である。

第12図は、第11図の照明光学系に組み込まれている偏光変換素子の構成を示す説明図である。

第13図は、第1図における均一照明光学素子の変形例を示す概略構成図である。

第14図(A)および(B)は本発明の第3の実施例に係る投写型表示装置を示す概略構成図、およびその変形例を示す概略構成図である。

第15図(A)は第14図(A)の導光系を示す説明図、第15図(B)は第15図(A)に示す導光系の変形例を示す説明図である。

25 発明を実施するための最良の形態

以下に、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

第1の実施例

第1図には、本発明の第1の実施例に係る投写型表示装置の光学系を示してある。本例の投写型表示装置1は、光源2と、均一照明光学素子3から構成される照明光学系2Aと、この照明光学系2Aから均一照明光学素子3を介して出射される白色光束Wを、赤、緑、青の各色光束R、G、Bに分離する色分離光学系4と、各色光束を変調するライトバルブとしての3枚の液晶パネル5R、5G、5Bと、変調された色光束を再合成する色合成光学系6と、合成された光束をスクリーン8上に拡大投写する投写レンズ7を有している。また、色分離光学系4によって分離された各色光束のうち、緑色光束Gを対応する液晶パネル5Gに導く導光系9を有している。

本例の光源2は、光源ランプ2.1と曲面反射鏡2.2で構成されており、光源ランプ2.1としてはハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ等を用いることができる。均一照明光学系3は詳細を後述するが、照明光学系の中心光軸1aに垂直な平面上に配置された第1のレンズ板3.1と第2のレンズ板3.2で構成されている。

色分離光学系4は、青緑反射ダイクロイックミラー4.0.1と青反射ダイクロイックミラー4.0.2と反射鏡4.0.3から構成される。白色光束Wは、まず、青緑反射ダイクロイックミラー4.0.1において、そこに含まれている青色光束Bおよび緑色光束Gが直角に反射されて、青反射ダイクロイックミラー4.0.2の側に向かう。赤色光束Rはこのミラー4.0.1を通過して、後方の反射鏡4.0.3で直角に反射されて、赤色光束の出射部4.0.4から色合成光学系の側に出射され

る。ミラー 4 0 1 において反射された青および緑の光束 B、G は、
青反射ダイクロイックミラー 4 0 2 において、青色光束 B のみが直
角に反射されて、青色光束の出射部 4 0 5 から色合成光学系の側に
出射される。このミラー 4 0 2 を通過した緑色光束 G は、緑色光束
5 の出射部 4 0 6 から導光系 9 の側に向けて出射される。本例では、
均一照明光学素子 3 の白色光束の出射部から、色分離光学系 4 にお
ける各色光束の出射部 4 0 4、4 0 5、4 0 6 までの距離が全て等
しくなるように設定されている。

ここで、本例においては、色分離光学系 4 の各色光束の出射部 4
10 0 4、4 0 5、4 0 6 の出射側には、それぞれ、平凸レンズからな
る集光レンズ 1 0 1、1 0 2 および 1 0 3 が配置されている。した
がって、各出射部から出射した各色光束は、これらの集光レンズ 1
0 1 乃至 1 0 3 に入射して平行化される。

平行化された後の各色光束 R、G、B のうち、赤色および青色の
15 光束 R、B は、集光レンズ 1 0 1、1 0 2 の直後に配置されている
液晶パネル 5 R、5 B に入射して変調され、各色光に対応した映像
情報が付加される。すなわち、これらの液晶パネルは、不図示の駆
動手段によって映像情報に応じてスイッチング制御が行われ、これ
により、ここを通過する各色光の変調が行われる。このような駆動
20 手段は公知の手段をそのまま使用することができ、本例においては
その説明を省略する。一方、緑色光束 G は、導光系 9 を介して、対
応する液晶パネル 5 G に導かれ、ここにおいて、同様に、映像情報
に応じて変調が施される。本例の液晶パネルは、ポリシリコン T F
T をスイッチング素子として用いた画素ピッチが $50\ \mu\text{m}$ 以下のも
25 のを使用している。

本例における導光系 9 は、入射側反射鏡 9 1 と出射側反射鏡 9 2

と、これらの間に配置された中間レンズ 93 から構成されている。
本例では、中間レンズ 93 の焦点距離を、この導光系 9 の全光路長に等しく設定してある。この焦点距離としては、導光系の全光路長の約 0.9 から約 1.1 倍の範囲内に設定することができる。ここで、各色光束の光路長、すなわち、光源ランプ 21 から各液晶パネルまでの距離は、緑色光束 G が最も長くなり、したがって、この光束の光量損失が最も多くなる。しかし、本例のように、導光系 9 を介在させることにより、光量損失を抑制できる。したがって、各色光束の光路長を実質的に等価にすることができる。なお、導光系 9 を通過させる色光束は、赤あるいは青色の光束とすることもできる。しかし、一般的には、通常の投写型表示装置においては緑の光量が他の色の光量に比べて大きいので、緑色光束を、導光系 9 を通過する光路に割り当てるのが好ましい。ただし、色バランスよりも明るさや画質の均一性を優先させる場合は、導光系 9 に視感度が低くて比較的照度むらの目立ちにくい青色光束を割り当てればよい。

次に、各液晶パネル 5R、5G、5B を通って変調された各色光束は、色合成光学系 6 に入射され、ここで再合成される。本例ではダイクロイックプリズムを用いて色合成光学系 6 を構成している。色合成光学系 6 としては、ダイクロイックミラーを X 字状に配置した構成のミラー合成系を利用することも可能である。しかし、色合成光学系がダイクロイックミラーにより構成されているミラー合成系を備えた投写型表示装置においては、ダイクロイックミラーが投写レンズの中心軸に対して非回転対称の光学要素となる。このため、スクリーン上の画像に非点収差が発生し、投写光学系の MTF (Modulation Transfer Function) 特性が劣化する。この結果、画質にぼけが発生して鮮鋭度が低下する。

MTF特性の劣化は、画素数に対して液晶パネルのサイズが大きい場合、すなわち、画素ピッチが大きい場合にはそれ程問題にはならない。しかし、本例のように、ポリシリコンTFTをスイッチング素子として用いた液晶パネルの場合等のように画素ピッチが小さくなると、無視することができない。本例では、色合成光学系6としてダイクロイックプリズムを用いているので、このような弊害の発生を回避することができる。

この点を第2図を参照して説明する。この図には、本例のプリズム合成系を備えた投写型表示装置と、色合成系をミラー合成系とした場合における投写型表示装置におけるMTF特性を示してある。

この図において、横軸は液晶パネルの画素の細かさを示す空間周波数(line/mm)であり、縦軸はMTF(%)を示してある。

実線は、プリズム合成系を備えた投写光学系における特性である。

太い実線は画面中心部の特性であり、細い実線は画面周辺部の特性である。同様に、破線はミラー合成系を備えた投写光学系における特性である。太い破線は画面中心部の特性であり、細い破線はその周辺部の特性である。

投写レンズ単体でのMTF特性は、ミラー合成系では、45度の角度でミラーが挿入されるので非点収差が発生して劣化している。

本例のように、ポリシリコンTFTをスイッチング素子として用いた画素ピッチが $50\mu\text{m}$ 以下の液晶パネルでは、空間周波数が $20(\text{line/mm})$ においては30%以上のMTF特性が必要である。しかし、ミラー合成系を用いた場合には、画面周辺部で十分なMTF特性が得られないことが分かる。これに対して、本例のように、プリズム合成系を用いた場合には、プリズムによって発生する収差を投写レンズの設計で取り除くことができるので、MTF特性

の劣化がないことが分かる。

本例の装置においては、ダイクロイックプリズムからなる色合成系において各色光束が合成されて、光学像が得られ、この光学像が、

投写レンズ7によって、スクリーン8上に拡大投写される。投写レ

ンズとしては、テレセントリック系に近いものが好ましい。

(照明光学系)

本例の照明光学系における均一照明光学素子3に適したものとしては、露光機に一般的に使用されているインテグレートレンズがある。投写型表示装置に使用する場合の基本的な構成を第3図(A)

10 10に示してある。この図に示すように、均一照明光学素子3は第1のレンズ板31と第2のレンズ板32から構成されている。第1のレンズ板31は、複数の矩形レンズ301をマトリックス状に配列した構成となっており、同様に、第2のレンズ板32も矩形レンズ302をマトリックス状に配列した構成となっている。第1のレンズ板31の各矩形レンズ301の形状は、照明対象の液晶パネルの形状に相似形とされる。これらの各矩形レンズ301の像が、第2のレンズ板32を構成している各矩形レンズ302の対応する矩形レンズによって、液晶パネル上に重畳結像される。したがって、液晶

パネルは、均一な照度で色むらが殆ど無い状態で照明される。

20 本例では、各レンズ板31、32において、4行×3列のマトリックスとなるように矩形レンズを配置してある。縦方向あるいは横方向の最大分割数としては、約3乃至7の範囲が好ましい。また、第1のレンズ板31と第2のレンズ板32は必ずしも分離する必要はない。各矩形レンズの寸法を小さくして、入射光束の分割数を増やすことにより、各レンズ板31、32を接近させることができる。

さらには、1枚のレンズ板に一体化することも可能である。

ここで、第4図を参照して、均一照明光学素子3を構成している各レンズ板31、32の矩形レンズによる分割数と色むらとの関係を説明する。第4図のグラフは、横軸に第1および第2のレンズ板（インテグレートレンズ）の分割数を取り、縦軸には色むらを、スクリーン8上における中央部（1箇所）と周辺部（4箇所）の間における色の違いをU' V' 色度座標上における差として表示したものである。この色むらを示す値は、小さい程、色むらの程度が小さいことを示す。図において破線で示す値は、色むらとして許容できると判断される最大色むらである。

10 このグラフから分かるように、分割数を3以上にすることが好ましい。しかしながら、製造上の観点からは分割数を増やすとコスト高につながってしまう。したがって、実用的な分割数は、約3から約7の範囲である。

次に、第3図（B）には、均一照明光学素子3を構成する第1の
15 レンズ板31および第2のレンズ板32の別の構成例を示してある。この図に示す例においても、各レンズ板は同一寸法の矩形レンズ板から構成されている。しかし、矩形レンズの配列状態は、縦方向の分割数は7であり、横方向においては、上下の行が3分割であり、中央の3行が5分割であり、これらの間の行が4分割となっている。

20 均一照明光学素子3としては、第3図（C）に示すように複数の円柱レンズ301'で構成される第1のレンズ板31と、同じく複数の円柱レンズ302'で構成される第2のレンズ板32を用いて構成する方法もある。この場合の照度は、一方向のみ均一化され、第3図（A）、（B）の場合に比べて照明対象の中心照度が高くな
25 る。また、この場合、レンズ構成が比較的簡単であることから、薄型化が容易である。

次に、図5(A)を参照して、上記の構成の均一照明光学素子3を用いて液晶パネル5R、5G、5Bを照明する場合の作用を説明する。光源2を構成する光源ランプ21としては前述したようにハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ等の点に近い発光源を使用する。またランプからの放射光束は反射鏡22で反射される。反射鏡22の反射面形状としては楕円面を使用することができ、この場合、その第1焦点を光源ランプ21の発光部に一致させ、第2焦点を液晶パネル5(5R、5G、5B)の中心位置に一致させる。この結果、反射鏡22の反射光束は、液晶パネル5の中心部に向かう。この場合には、第1のレンズ板31の各矩形レンズ301の中心から、液晶パネル5の中心に向かう線上に第2のレンズ板32の各矩形レンズ302の中心が位置するように、第2のレンズ板32の寸法、すなわち、このレンズ板を構成している各矩形レンズ302の寸法は、第1のレンズ板の側よりも小さく設定される。

第1のレンズ板31の各矩形レンズ301は、対応する第2のレンズ板32の各矩形レンズ302の中心に光束を集中させる。第2のレンズ板32の各矩形レンズ302は、対応する第1のレンズ板の側の矩形レンズ301のレンズの像を、液晶パネル5の表示領域5A(図において斜線で示す領域)に重畳結像させる。第2のレンズ板32の各矩形レンズ302の中心には、このように、光源ランプ21の発光部の像が形成されるので、第2のレンズ板32の全体が2次光源として機能する。従って、例えば液晶パネル5の表示領域5Aの端に入射する光束の主光線303は、第2のレンズ板32の中心と表示領域5Aの端を結ぶ線分に一致する。すなわち、液晶パネル5への照明光束は、第2のレンズ板32からの発散光となっ

ているので、液晶パネル5に平行光を入射させるためには、発散光を平行化する必要がある。この目的のために、本例では、集光レンズ101、102、103が配置されている。この集光レンズの焦点距離は、第2のレンズ板32と集光レンズの距離bに等しく設定される。本例では、集光レンズとして、液晶パネル5の側に凸面を向けた状態に配置した平凸レンズを用いている。凸面を第2のレンズ板の側に向けた状態に配置してもよい。平凸レンズの代わりに、両凸レンズ、フレネルレンズを用いることもできる。このように、集光レンズ101、102、103を配置することにより、液晶パネル5を介して出射される光束の主光線は、照明系全体の中心軸1aに平行になる。

次に、第5図(B)には、照明光学系の変形例を示してある。この例では、光源2の反射鏡22の反射面として放物面を用いている。この場合には、放物面の焦点は光源ランプ21の発光部に一致させるので、反射鏡22で反射された光束は、照明系の中心軸1aにはほぼ平行な光束になる。したがって、この場合に使用する均一照明光学素子3は、同一寸法の第1のレンズ板31'および第2のレンズ板32'で構成され、各レンズ板を構成している矩形レンズの焦点距離も等しい。第2のレンズ板32'の各矩形レンズ302'は、対応する第1のレンズ板31'の矩形レンズの像を無限遠に結像させる。したがって、この場合には、レンズ306を付加して、無限遠にできるはずの像を液晶パネル5の表示領域5A上に形成する。レンズ306の焦点距離は、このレンズと液晶パネル5の距離に等しくなるように設定される。なお、レンズ306を第2のレンズ板32と一体化することもできる。

なお、各レンズ板31、32の矩形レンズによる分割数が比較的

少ない場合は、各レンズ板間の距離を比較的大きくすることができ、第13図に示されるように、各レンズ板の間に、反射鏡33を介在させることが可能である。この場合、均一照明光学素子の占める体積が前例の場合の1/2程度になるという利点がある。また、この図に示されるように、全光学系の配置を正方形に近づけることができ、装置全体の小型化に寄与する。

(導光系)

前述したように、本例の導光系9は、2枚の反射鏡91、92とこれらの間に配置した中間レンズ93から構成されている。本例に適用可能な導光系の別の構成例を以下に説明する。

まず、第6図に示す導光系9Aは本例の導光系9から中間レンズ93を省略した構成となっている。

次に、第7図(A)に示す導光系9Bは、本例の導光系9の構成に加えて、その入射部側に入射レンズ94を付加すると共に、その出射部側に出射レンズ95を付加した構成となっている。

第7図(B)を参照して、この構成の導光系9Bの動作を説明する。図においては、説明を容易にするために、一対の反射鏡91、92を省略した直線系として示してある。図に示すように、中間レンズ93は導光系9Bの全光路の丁度中心にあり、全光路長を $2a$ とすると、中間レンズ93の焦点距離は $a/2$ にほぼ等しくなるように設定してある。従って、中間レンズ93は、導光系9Bの入射側における物体96の像を、導光系の出射側に反転像97として結像させる。すなわち、入射側の照度分布が出射側において180度回転して伝達される。しかし、本例では均一照明光学素子3を備えた照明光学系を用いているので、照度分布は180度の回転に対してほぼ対称となっている。よって、照度分布がこのように回転ある

いは反転しても、表示の色むらが発生することはない。

一方、入射レンズ94は、その焦点距離が中間レンズ93までの距離 a に等しく、集光レンズ103を通過して平行になった光束Gの主光線9aを中間レンズ93の中心に向ける。従って、中間レンズ93の中心部には、均一照明光学素子3の出射側の第2のレンズ板32の像が形成される。また、出射レンズ95の焦点距離も a に等しくなるように設定してあり、中間レンズ93の中心から発散する光束の主光線を平行にして出射する。入射レンズ94は、図に示すように、平凸レンズであり、その凸面の側を入射側に向けて配置してあり、これにより、レンズの球面収差を小さくしている。出射レンズ95も平凸レンズであり、その凸面側が出射側に向くように配置してある。

なお、入射レンズおよび出射レンズの焦点距離は、導光系9Bの全光路長($2a$)の約0.5から約0.7倍の範囲内に設定すればよい。また、中間レンズの焦点距離は、球面収差を小さくする観点から、全光路長($2a$)の $1/4$ よりも僅かに長くすることが好ましく、約0.25から約0.4倍の範囲内に設定すればよい。

第8図(A)には、上記の導光系9Bの変形例を示してある。この図に示す導光系9Cにおいては、導光系9Bにおける入射レンズ94を、その光路方向の手前に配置されている集光レンズ103と一体化したレンズ97としてある。このレンズ97の焦点距離は、入射レンズ94と集光レンズ103の屈折力を足し合わせた値に設定される。すなわち、第8図(B)に示すように、 $ab/(a+b)$ に設定される。このレンズ97は球面収差を小さくするために、両凸レンズとすることが好ましい。なお、この第8図(B)においては、中間レンズ93を、2枚の平凸レンズ931、932で構成

した状態で示してある。図に示すように、この場合には、各平凸レンズ931、932の焦点距離をaに設定する。また、各レンズの凸面を向かい合わせた状態で配置することにより、両凸レンズ1枚の場合に比べて、球面収差を極めて小さくすることができる。この結果、導光系の入射側における照度分布を極めて正確に出射側に伝達することができる。

次に、第9図には、導光系9Cの変形例を示してある。図に示す導光系9Dにおいては、上記の導光系9Cにおいて一体化したレンズ97を、非球面レンズ98としてある。このように非球面レンズ98を用いることにより、両凸レンズを使用する場合にくらべて、さらに球面収差を小さくすることができる。よって、導光系の入射側における照度分布を極めて正確に出射側に伝達することができる。

(第1の実施例の効果)

以上説明したように、本例の投写型表示装置1においては、その照明光学系として均一照明光学素子3を備えたものを使用し、色合成光学系には軸対称光学素子であるダイクロイックプリズムを使用している。したがって、色むらや照度むらが少なく、しかも照明効率の高い投写型表示装置を実現できる。また、ダイクロイックプリズムからなる色合成系を用いているので、投写レンズの焦点距離を短くでき、短距離での大画面表示が可能となる。よって、本例の構成をリアープロジェクターに適用すれば、その奥行きを短くできるので、装置をコンパクトにすることができる。

また、導光系を構成している光学素子である中間レンズ、入射レンズ、出射レンズの焦点距離を適切な値に設定しているので、ここを通過する色光束の色むらの発生、光量損失を少なくでき、これによっても、投写画像の色むら、照度むら等の発生を抑制でき、また、

明るい画像を形成することが可能になる。

さらには、導光系における入射レンズと、集光レンズとを一体化した構成を採用した場合には、構成要素を少なくできるので、その分、光学系をコンパクトで廉価にすることができる。また、一体化したレンズを非球面レンズとした場合には、光学系をコンパクトにできると共に球面収差も小さくすることができる。

一方、本例においては、均一照明光学素子における分割数を3乃至7の範囲にしてあり、また、液晶パネルの画素ピッチを $5.0\ \mu\text{m}$ 以下に設定してあるので、投写画像に色むら、ぼけ等が発生することを抑制でき、したがって、画像品位の高い投写画像を形成することのできる投写型表示装置を実現できる。

第2の実施例

第10図には本発明の第2の実施例に係る投写型表示装置を示してある。本例の投写型表示装置100は、その導光系の構成以外は前述した第1の実施例の投写型表示装置1と同一である。したがって、対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。

本例の投写型表示装置100における導光系9Eは、入射側の三角柱プリズム901と、出射側の三角柱プリズム902と、これら20の間に配置した四角柱プリズム903から構成されている。

第10図(B)を参照して本例の導光系9Eの働きを説明する。集光レンズ103によって平行化された光束は、三角柱プリズム901の入射面904に垂直に入射し、全反射面905で反射されて出射面906から出射する。全反射面905は、単に硝材あるいは25プラスチックの光学平坦面であってもよい。しかし、入射光束中に全反射されないような角度の光線が含まれる場合は、アルミニウム、

銀等の金属膜をコーティングすることが好ましい。この代わりに、誘電体多層反射膜をコーティングしてもよい。入射面904と出射面906は、図においても示すように、全反射による導光の働きがあるので、空気と硝材の界面である必要があり、隣接する光学要素と接着させることができない。従って、三角柱プリズム901は、5つの面が全て光学的平坦面であることが必要であり、場合によっては入射面904と出射面906に減反射コーティングを施す必要がある。特に、隣接する四角柱プリズム903との界面には、無反射コーティングを施すことが好ましい。

10 四角柱プリズム903は、6つの面が全て光学的平坦面であり、通過する光束の主軸に平行な4つの面907は、全反射によって光束を導く。出射側の三角柱プリズム902は、入射側の三角柱プリズム901と同一構成である。出射した光束は、液晶パネル5Gの表示部5Aに入射される。

15 光束の伝達率を高くするために、三角柱プリズム901の入射面904の形状と、三角柱プリズム902の出射面の形状は、液晶パネル5Gの表示部5Aの矩形形状とほぼ同一にする。ここで、照明光学系の均一照明光学素子3は、図3に示すように、矩形レンズをマトリックス状に配置した第1および第2のレンズ板31、32から構成されている。したがって、入射側の三角柱プリズム901の入射面904は、その矩形形状に合わせてほぼ均一に照明される。3つのプリズムは、入射光束の光量と平行性と均一な明るさ分布を保持した状態のままで、液晶パネル5Gの表示部5Aに伝達される。出射側の三角柱プリズム902と液晶パネル5Gは近接配置する必要があるが、無視できない距離がある場合には、導光のためのプリズムやレンズを追加配置すればよい。

このように構成した本例の投写型表示装置によって、前述した第1の実施例の場合と同様な効果を得ることができる。なお、本例における導光系の四角柱プリズム903の代わりに、例えば、4枚の反射鏡を組み合わせて筒状とした導光部材を用いてもよい。

5 なお、第10図(B)の四角柱プリズム903は、第10図(C)に示すような4枚の反射鏡903により構成される筒状の導光系であってもよい。導光面の反射率はわずかに低くなるものの、働きとしては同一になる。また、導光系を第10図(D)に示すように、上下の2枚の反射板911、912と、光路の折り曲げのための2枚の反射鏡913、914で構成してもよい。この場合は、入射光束を損失なく伝達することはできないが、レンズ103の焦点距離を幾分か短くすることで、損失量を少なくすることができる。
10 この場合は照度分布を保存することができないので第3図(C)で示したような円柱レンズを用いた均一照明光学素子の場合に適した方法である。
15

第3の実施例

第14図(A)には、本発明の第3の実施例に係る投写型表示装置を示してある。本例の投写型表示装置500は、その導光系の構成以外は前述した第1の実施例と同一である。したがって、対応する部分には同一の符号を付し、それらの説明は省略する。

本例の投写型表示装置500における導光系9Fは、入射側のフィールドレンズ921と出射側のフィールドレンズ922と凹面鏡923で構成されている。導光系9Fの入射部付近にある集光レンズ103と、フィールドレンズ921とを一体化して一枚のレンズで代用することもできる。

この構成を有する導光系9Gを、第14図(B)に示してある。
一体化したレンズ924は図に示すように偏心した両凸レンズで構成される。

上記の導光系9Fの具体的構成を第15図(A)に示す。光路の中心にある凹面鏡923とフィールドレンズ921あるいはフィールドレンズ922までの距離を a とすると、凹面鏡923の焦点距離は $a/2$ にほぼ等しい。この凹面鏡923の曲面形状は、球面あるいは楕円面である。従って、凹面鏡923は、入射部の物体802の像を出射部に反射像803として結像し、実際には、入射部の照度分布が出射部において反転して出力される。フィールドレンズ921と922の焦点距離は a に等しく、それぞれのレンズの光軸801は両者の中心で一致している。入射側のフィールドレンズ921は、集光レンズ103から平行光束を凹面鏡923の中心に集める。出射側のフィールドレンズ922は、凹面鏡923からの反射光束を、液晶パネル5Gに垂直な光束となるように屈折させる。

なお、導光系9Fを、第15図(B)に示すように構成することもできる。この図に示す導光系9Hでは、上記の導光系9Eにおける2枚のフィールドレンズ921、922を、一枚のレンズ806で構成し、凹面鏡923を平面鏡804に置き換えて、レンズ806から $a/2$ の距離に配置してある。さらに、レンズ806の光軸807に垂直に平面鏡805を配置してある。導光系9Hに入射する平行光束は、レンズ806の端部を通して平面鏡804で反射され、平面鏡805の中心に集まる。平面鏡805から反射された光束は、平面鏡804で反射されてからレンズ806の端部を通り、液晶パネル5Gの表示部5Aに垂直に入射する。入射部の物体802の像を出射部の反転像803として形成させるのはレンズ806

の中心部であり、光束はレンズ806の中心部を2回通過するので、焦点距離が $a/2$ のレンズを通過したことと同じになる。本例の構成は、上記の導光系9Fの場合よりもサイズが小さくなるという利点がある。

第4の実施例

第11図には本発明の第4の実施例に係る投写型表示装置を示している。本例の投写型表示装置200は光学系をそのケース201内にコンパクトに収納するための工夫がなされている。本例における光学系は、照明光学系2Bと、色分離光学系4と、ライトパブル5R、5Gおよび5Bと、色合成光学系6と、投写レンズ7と、導光系9Dから構成されている。これらのうち、色分離光学系4、ライトパブル5R、5G、5B、色合成光学系6、投写レンズ7は、第1の実施例の装置100における場合と同一である。また、導光系9Dは、第9図(A)に示すものと同一である。したがって、これらの部分における対応する部位には同一の符号を付し、それらの各部位の説明は省略する。

本例の装置200においては、照明光学系2Bからの出射光の中心軸1aと、投写レンズ7の光軸7aとが平行となるようにするために、照明光学系2Bにおいて、光源ランプ21からの出射光の方向を直角に折り曲げるようにしている。また、照明光学系2Bは、偏光変換系11を備えた構成となっている。

すなわち、本例の照明光学系2Bは、ランプ21および反射鏡22から構成した光源2と、この出射側に配置した偏光変換素子11と、この出射側に配置した均一照明光学素子3Aから構成されている。

第12図に示すように、本例の偏光変換素子11は、偏光ビームスプリッタ111と、反射鏡112と、 $\lambda/2$ 位相差板113から構成される。光源2から出射されたランダム偏光114は、偏光分離要素である偏光ビームスプリッタ111によって、P偏光115とS偏光116の2つの直線偏光に分離される。偏光ビームスプリッタ111の偏光分離機能は入射角依存性を持つので、光源としては、平行性に優れた光を出射できる短アーケ長のランプを備えたものが適している。分離されたP偏光115は、偏光面回転要素である $\lambda/2$ 位相差板113を通過することにより、偏光面が90度回転してS偏光になる。一方、S偏光116はプリズム型反射鏡112によってその光路を折り曲げられるだけであり、そのままS偏光として出射される。本例では、反射鏡112は例えばアルミニウムの蒸着膜として形成されており、P偏光よりもS偏光の反射率が高いので、S偏光の光路を反射鏡112で折り曲げる配置構成としてある。反射鏡112としては、プリズム型の他に、一般的な平面型の反射鏡を使用してもよい。この構成の偏光変換素子11を通過することにより、光源からのランダム偏光114は、S偏光として出射される。なお、本例では、P偏光をS偏光に変換するようにしているが、逆に、S偏光をP偏光に変換して、偏光変換素子11からP偏光を出射させるようにしてもよい。

次に、この偏光変換素子11の出射側に配置されている均一照明素子3Aは、出射されたS偏光116の主軸に垂直な平面上に配置された第1のレンズ板3.1と、これと直交する状態に配置された第2のレンズ板3.2と、これらのレンズ板3.1、3.2の間に配置され、光路を直角に折り曲げるための反射鏡3.3で構成されている。第1のレンズ板および第2のレンズ板の構成は第1の実施例の場合と同

一である。このように、均一照明素子 3 A に入射した光束は、直角に折り曲げられて、ここから出射する。出射した白色の S 偏光光束は、色分離光学系 4 において原色光束に分離される。分離された各色の光束は、ダイクロイックプリズムからなる色合成光学系 6 において合成され、投写レンズ 7 を介してスクリーン 8 上に拡大投影される。

このように、本例の装置 200 においては、照明光学系 2 B の出射方向に対して、投写光の方向を平行で逆向きとなるように、光路を形成すると共に、光源 2 の背面側におけるケース 201 内には、光源ランプ 21 による発熱を抑えるための冷却ファン 12 を配置してある。

したがって、本例の装置 200 においては、その使用時において、冷却に使用されて温まった空気が投写光と同一方向に排出される。このため、この投写型表示装置をフロント投写型として、反射型のスクリーン上に映像を表示して観察するような場合には、観察者は通常は装置よりも後ろ側にいる。したがって、冷却ファンの騒音、あるいはそこから吹き出す温風によって、観察者の視聴が妨げられることがないという利点がある。また、オーディオラックのような比較的設置スペースに余裕の無い場所に設置する場合にも、前面からの排気であるので、排気が周囲にこもってしまうという問題も発生しないので都合がよい。

また、本例の装置 200 においては、照明光学系 2 B は偏光変換素子 11 を備えている。したがって、光源から出射されるランダム偏光が特定の直線偏光に変換され、変換後の 2 つの光束が、発散損失を殆ど生ずることなく効果的に重畳結合されて出射される。よって、偏光のみを高効率で出射する明るい照明光学系を実現できる。

さらには、本例では、出射された偏光光束を均一照明光学素子 3 A に通過させているので、光源において発生している色むら、照度むらが抑制され、均一性の高い照明光を得ることができる。

5. 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明の投写型表示装置は、照明光学系に均一照明光学素子を備え、また、色合成系にはダイクロイックプリズムを備え、さらに、色分離系における最も光路長の長い色光束の光路には導光系を配置し、さらにまた、色分離系を介して分離された各色の発散光束を集光レンズを介して平行光束としてライトバルブに照射するようにした構成を採用している。したがって、本発明によれば、均一照明光学素子によって光源からの光の色むら、照度むらが抑制され、また、色合成系はミラー合成系に比べて色むら、照度むらの発生が少ないプリズム合成系であり、ここでの色むら等の発生も少ない。また、導光系を介して、光路長の長い色光束の光が光量損失が殆ど無い状態で伝達され、集光レンズによって平行光束がライトバルブに照射されるので、光量損失が少なく、照明効率が改善される。よって、本発明によれば、従来に比べて、色むら、照度むらが少なく、しかも照明効率の高い投写型表示装置を実現することができる。

また、本発明においては、その導光系の構成要素であるレンズの焦点距離を適切な値に設定し、あるいは、導光系としてプリズムを使用している。この構成によれば、導光系での色むら、光量損失を抑制できるので、色むらが少なく、照明効率の高い投写画像を形成することができる。

さらに、本発明においては、投写光学系の中心軸に対して回転対

称な要素であるダイクロイックプリズムを色合成系として使用し、
ライトバルブとして画素ピッチが約 $50\mu\text{m}$ 以下と小さなピッチの
液晶パネルを使用している。したがって、本発明によれば、解像度
のよい投写画像を形成できると共に、ポリシリコンTFT等の小型
5 化が容易な液晶パネルを利用して装置全体を小型にすることができ
る。

また、本発明では、均一照明光学素子を構成しているレンズ板の
分割数を3から7の範囲内に設定してあるので、色むらが抑制され
た投写画像を形成することができる。

10 さらに、本発明では、照明光学系に偏光変換素子を備えた構成
を採用しているので、光源ランプからの出射光束の発散損失を抑制
でき、明るい投写画像を形成することができる。

一方、本発明の投写型表示装置においては、その照明光学系から
の出射光の進行方向に対して、投写光を逆向きで平行な方向に出射
15 できるように光路を構成し、投写光が出射する装置ケース側に、光
源ランプの冷却手段を配置した構成を採用している。この構成によ
れば、フロントプロジェクターとして利用する場合には、投写画像
の観察者が位置する側とは反対側に冷却手段が位置し、そこからの
排気が観察者の側とは反対側に吹きだされる。よって、冷却手段の
20 騒音、そこからの排気が、観察者の邪魔になることが無いという利
点がある。

一方、本発明によれば、上記の各効果に加えて、光学系の投写レ
ンズのバックフォーカスが短いので、短距離の大画面投写が容易で
ある。よって、プレゼンテーション用途や、家庭のホームシアター
25 用途に適した投写型表示装置を実現できる。また、投写レンズのバ
ックフォーカスが短いので、Fナンバーが小さく、明るい投写レン

ズを、少ないレンズ枚数で実現でき、装置を低コスト化を実現できる。

請求の範囲

1. 光源と、ここから出射された白色光束を3原色の各色光束に分離する色分離手段と、分離された各色の光束を変調する3枚のライトバルブと、前記色分離手段によって分離されて前記3枚のライトバルブのそれぞれに入射する各色の光束のうち、最も光路長の長い光束の光路上に配置された導光手段と、前記ライトバルブを介して変調された各色の変調光束を合成する色合成手段と、合成された変調光束をスクリーン上に投写する投写レンズとを有する投写型表示装置において、

前記光源と前記色分離手段の間の光路に介挿され、前記光源からの白色光束を均一な矩形光束に変換して前記色分離手段に向けて出射する均一照明光学手段と、

前記色分離手段における各色の光束を出射する光束出射部にそれぞれ配置され、前記均一照明光学手段からの発散光束をほぼ平行な光束に変換する3枚の集光レンズとを有し、

前記色合成手段はダイクロイックプリズムであり、

前記導光手段は、入射側反射鏡と、出射側反射鏡と、少なくとも1枚のレンズとを有している、

ことを特徴とする投写型表示装置。

2. 請求の範囲第1項において、前記導光手段は一枚の中間レンズを有しており、この中間レンズの焦点距離は、当該導光手段の光路長の約0.9から1.1倍の範囲内であることを特徴とする投写型表示装置。

3. 請求の範囲第1項において、前記導光手段は、前記入射側反射鏡の入射側に配置された入射レンズと、前記出射側反射鏡の出射側に配置された出射レンズと、これら入射側および出射側反射鏡の間に配置された中間レンズとを有し、前記入射および出射レンズの
5 焦点距離は、当該導光手段の光路長の約0.5から0.7倍の範囲内に設定され、前記中間レンズの焦点距離は、当該導光手段の光路長の約0.25から0.4倍の範囲内に設定されていることを特徴とする投写型表示装置。
- 10 4. 請求の範囲第3項において、前記導光手段の前記入射レンズと、この入射レンズに向けて平行光束を入射する前記集光レンズは、一枚のレンズにより構成されていることを特徴とする投写型表示装置。
- 15 5. 請求の範囲第4項において、前記一枚のレンズは、非球面レンズであることを特徴とする投写型表示装置。
6. 請求の範囲第1項ないし第5項のうちの何れかの項において、前記ライトバルブは液晶パネルであり、当該液晶パネルの画素ピ
20 チが約50 μm 以下であることを特徴とする投写型表示装置。
7. 請求の範囲第1項ないし第6項のうちの何れかの項において、前記均一照明光学手段は、複数のレンズを、前記光源の出力光の主軸に垂直な面内に配列した構成のレンズ板を少なくとも1枚備えた
25 構成であり、このレンズ板における一方向のレンズ分割数は約3から約7の間であることを特徴とする投写型表示装置。

8. 請求の範囲第1項ないし第7項のうちの何れかの項において、前記導光手段を通過する色光は、緑色光および青色光のうちのいずれか一方であることを特徴とする投写型表示装置。

9. 請求の範囲第1項ないし第8項のうちの何れかの項において、前記均一照明光学素子は、第1のレンズ板と第2のレンズ板と、これらの間に介在する反射鏡とで構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

10. 請求の範囲第1項ないし第9項のうちの何れかの項において、更に、前記光源と前記均一照明光学手段の間に配置された偏光変換手段を有し、この偏光変換手段は、前記光源からのランダム偏光をP波とS波の2つの直線偏光に分離する偏光分離要素と、分離された2つの偏光のうちの一方の直線偏光の偏光面を90度回転させ、他方の直線偏光の偏光面と一致される偏光面回転要素とから構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

11. 光源と、ここから出射された白色光束を3原色の各色光束に分離する色分離手段と、分離された各色の光束を変調する3枚のライトバルブと、前記色分離手段によって分離されて前記3枚のライトバルブのそれぞれに入射する各色の光束のうち、最も光路長の長い光束の光路上に配置された導光手段と、前記ライトバルブを介して変調された各色の変調光束を合成する色合成手段と、合成された変調光束をスクリーン上に投写する投写レンズとを有する投写型表示装置において、

前記光源と前記色分離手段の間の光路に介挿され、前記光源からの白色光束を均一な矩形光束に変換して前記色分離手段に向けて出射する均一照明光学手段と、

5 前記色分離手段における各色の光束を出射する光束出射部にそれぞれ配置され、前記均一照明光学手段からの発散光束をほぼ平行な光束に変換する3枚の集光レンズとを有し、

前記色合成手段はダイクロイックプリズムであり、

前記導光手段は、入射側に配置されて光路を90度折り曲げる入射側三角柱プリズムと、出射側に配置されて光路を90度折り曲げる出射側三角柱プリズムと、これらの三角柱プリズムの間に配置された導光部材とを備えている、

10 ことを特徴とする投写型表示装置。

1 2. 請求の範囲第1項において、前記導光部材は、四角柱プリズムであることを特徴とする投写型表示装置。

1 3. 請求の範囲第1項において、前記三角柱プリズムと前記四角柱プリズムの界面には無反射コーティングが施されていることを特徴とする投写型表示装置。

2 0 1 4. 請求の範囲第1項ないし第13項のうちの何れかの項において、前記三角柱プリズムの全反射面には金属膜のコーティングが施されていることを特徴とする投写型表示装置。

2 5 1 5. 請求の範囲第1項ないし第13項のうちの何れかの項において、前記三角柱プリズムの全反射面には誘電体多層膜のコーテ

リングが施されていることを特徴とする投写型表示装置。

16. 請求の範囲第11項ないし第15項のうちの何れかの項において、前記ライトバルブは液晶パネルであり、当該液晶パネルの画素ピッチが約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする投写型表示装置。

17. 請求の範囲第11項ないし第16項のうちの何れかの項において、前記均一照明光学手段は、複数のレンズを、前記光源の出力光の主軸に垂直な面内に配列した構成のレンズ板を少なくとも1枚備えた構成であり、このレンズ板における一方向のレンズ分割数は約3から約7の間であることを特徴とする投写型表示装置。

18. 請求の範囲第11項ないし第17項のうちの何れかの項において、前記導光手段を通過する色光は、緑色光および青色光のうちのいずれか一方であることを特徴とする投写型表示装置。

19. 請求の範囲第11項ないし第18項のうちの何れかの項において、前記均一照明光学素子は、第1のレンズ板と第2のレンズ板と、これらの間に介在する反射鏡とで構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

20. 請求の範囲第11項ないし第19項のうちの何れかの項において、更に、前記光源と前記均一照明光学手段の間に配置された偏光変換手段を有し、この偏光変換手段は、前記光源からのランダム偏光をP波とS波の2つの直線偏光に分離する偏光分離要素と、

分離された2つの偏光のうち一方の直線偏光の偏光面を90度回転させ、他方の直線偏光の偏光面と一致される偏光面回転要素とから構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

- 5 21. 光源と、ここから出射された白色光束を3原色の各色光束に分離する色分離手段と、分離された各色の光束を変調する3枚のライトバルブと、前記色分離手段によって分離されて前記3枚のライトバルブのそれぞれに入射する各色の光束のうち、最も光路長の長い光束の光路上に配置された導光手段と、前記ライトバルブを介して変調された各色の変調光束を合成する色合成手段と、合成された変調光束をスクリーン上に投写する投写レンズ手段とを有する投写型表示装置において、

10 前記光源と前記色分離手段の間の光路に介挿され、前記光源からの白色光束を均一な矩形光束に変換して前記色分離手段に向けて出射する均一照明光学手段と、

15 前記色分離手段における各色の光束を出射する光束出射部にそれぞれ配置され、前記均一照明光学手段からの発散光束をほぼ平行な光束に変換する3枚の集光レンズとを有し、

前記色合成手段はダイクロイックプリズムであり、

20 前記導光手段は、入射側反射鏡と、出射側反射鏡と、少なくとも1枚のレンズとを有しており、

前記光源の出射光の進行方向に対して、前記投写レンズからの投写光の方向が平行で逆方向となるように、光路が形成されており、

25 前記投写光の出射方向の側の装置ケース内に前記光源の冷却手段が配置され、この冷却手段の排気口が投写光の出射方向の側のケース側面に形成されている、

ことを特徴とする投写型表示装置。

22. 請求の範囲第21項において、前記導光手段は一枚の中間レンズを有しており、この中間レンズの焦点距離は、当該導光手段の光路長の約0.9から1.1倍の範囲内であることを特徴とする投写型表示装置。

23. 請求の範囲第21項において、前記導光手段は、前記入射側反射鏡の入射側に配置された入射レンズと、前記出射側反射鏡の出射側に配置された出射レンズと、これら入射側および出射側反射鏡の間に配置された中間レンズとを有し、前記入射および出射レンズの焦点距離は、当該導光手段の光路長の約0.5から0.7倍の範囲内に設定され、前記中間レンズの焦点距離は、当該導光手段の光路長の約0.25から0.4倍の範囲内に設定されていることを特徴とする投写型表示装置。

24. 請求の範囲第23項において、前記導光手段の前記入射レンズと、この入射レンズに向けて平行光束を入射する前記集光レンズは、一枚のレンズにより構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

25. 請求の範囲第24項において、前記一枚のレンズは、非球面レンズであることを特徴とする投写型表示装置。

26. 請求の範囲第21項ないし第25項のうちの何れかの項において、前記ライトバルブは液晶パネルであり、当該液晶パネルの

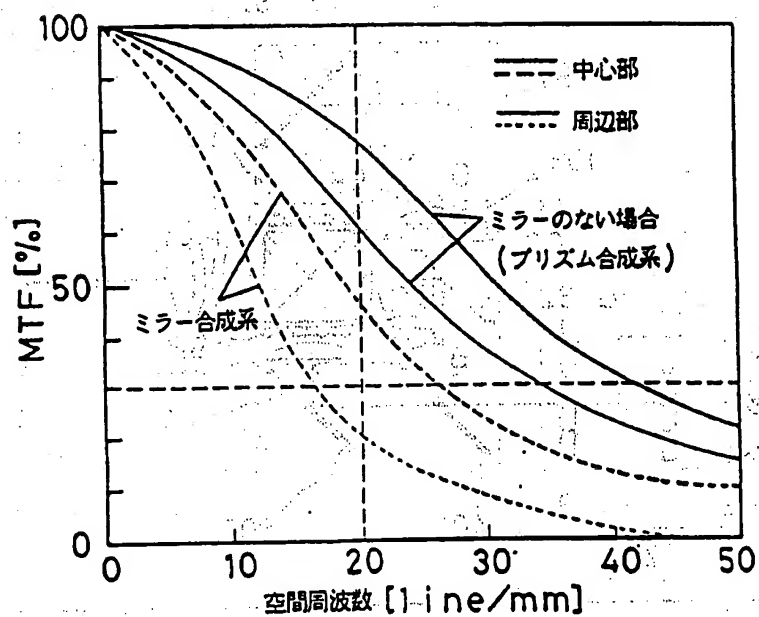
画素ピッチが約50 μm 以下であることを特徴とする投写型表示装置。

27. 請求の範囲第21項ないし第26項のうちの何れかの項において、前記均一照明光学手段は、複数のレンズを、前記光源の出力光の主軸に垂直な面内に配列した構成のレンズ板を少なくとも1枚備えた構成であり、このレンズ板における一方向のレンズ分割数は約3から約7の間であることを特徴とする投写型表示装置。

28. 請求の範囲第21項ないし第27項のうちの何れかの項において、前記導光手段を通過する色光は、緑色光および青色光のうちのいずれか一方であることを特徴とする投写型表示装置。

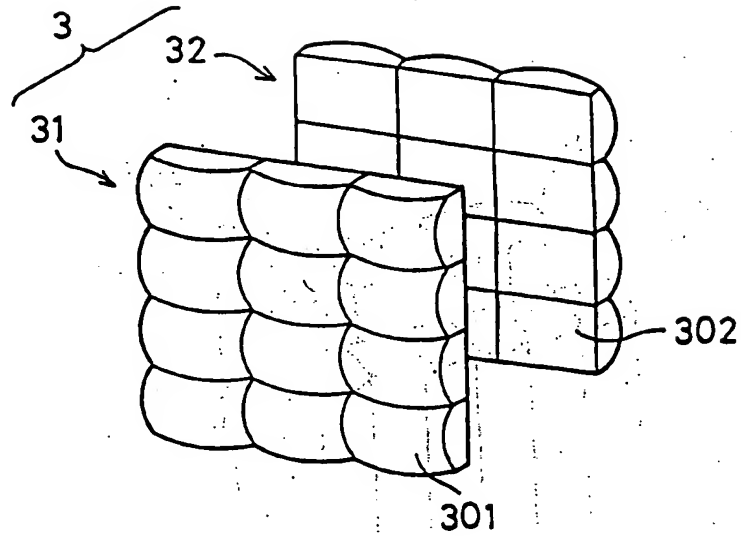
29. 請求の範囲第21項ないし第28項のうちの何れかの項において、更に、前記光源と前記均一照明光学手段の間に配置された偏光変換手段を有し、この偏光変換手段は、前記光源からのランダム偏光をP波とS波の2つの直線偏光に分離する偏光分離要素と、分離された2つの偏光のうちの一方の直線偏光の偏光面を90度回転させ、他方の直線偏光の偏光面と一致される偏光面回転要素とから構成されていることを特徴とする投写型表示装置。

第 2 図

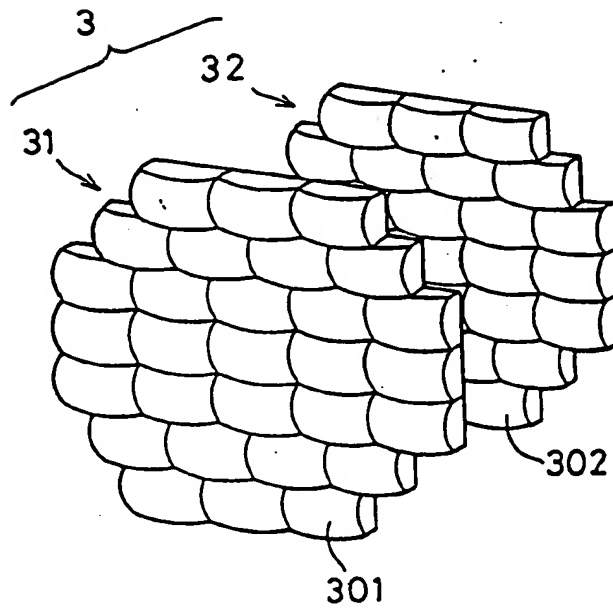


第 3 図

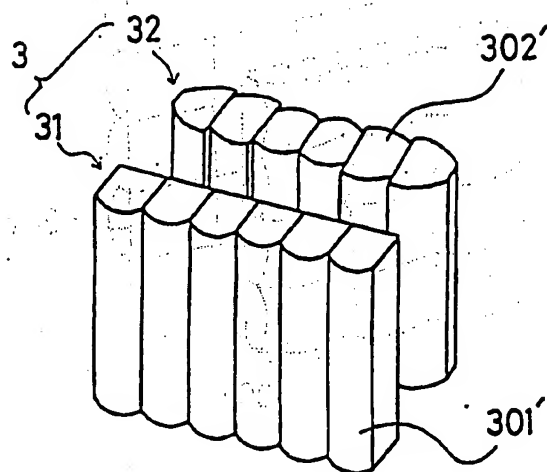
(A)



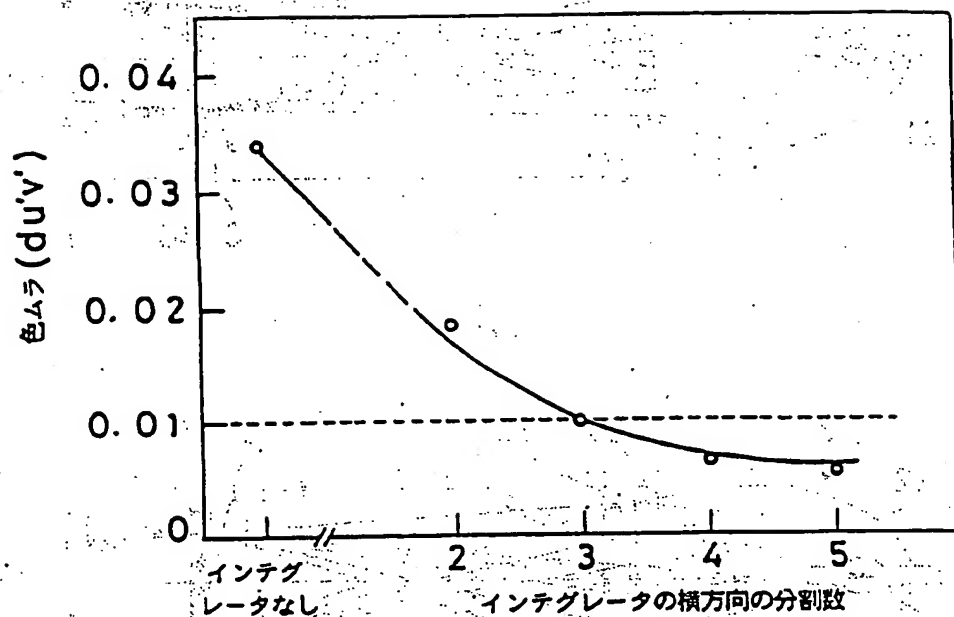
(B)



第 3 図 (C)

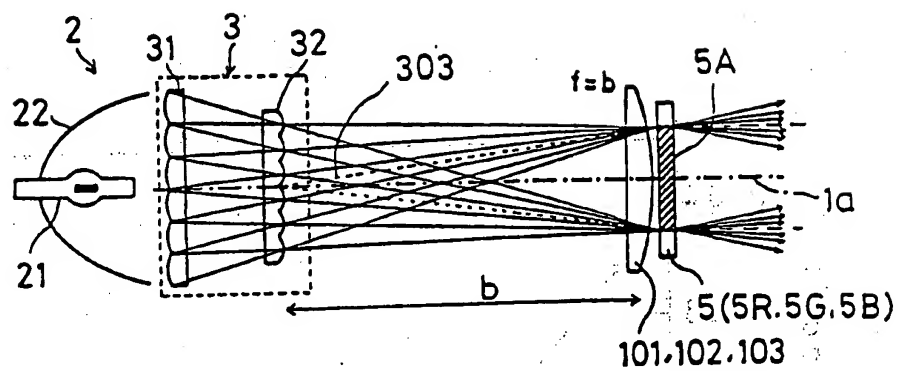


第 4 図

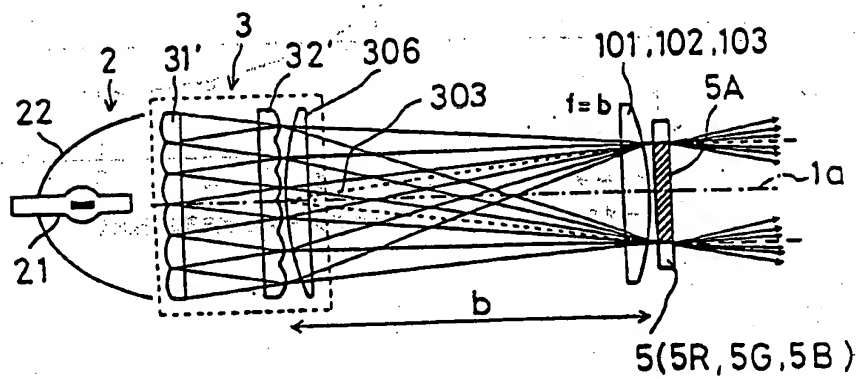


第 5 図

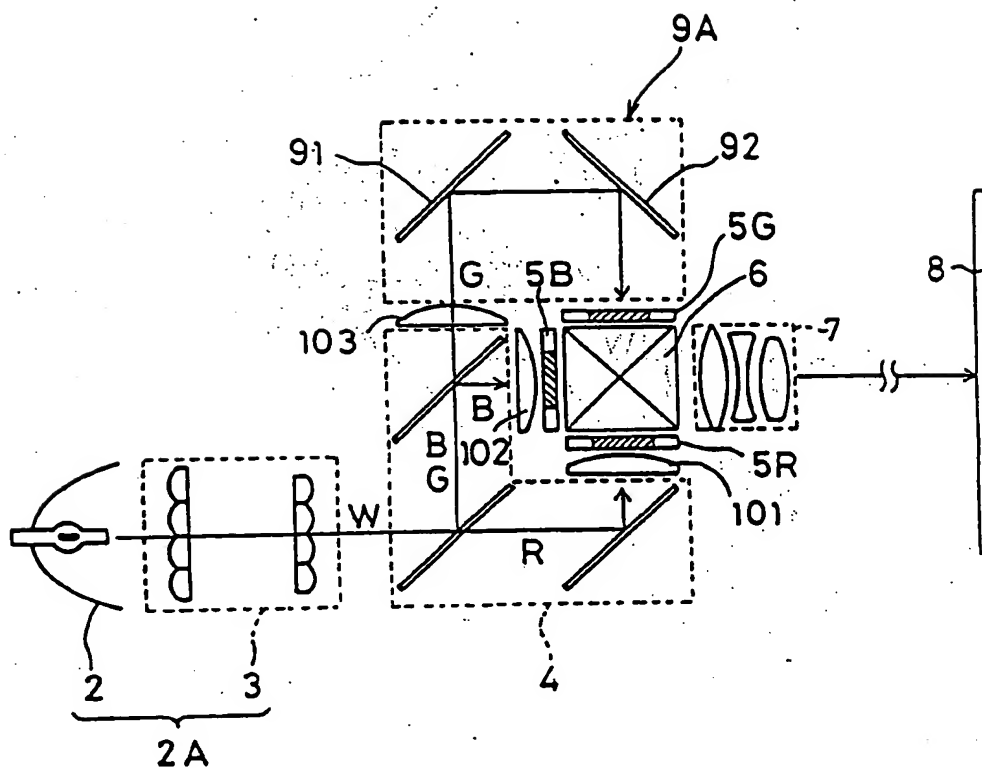
(A)



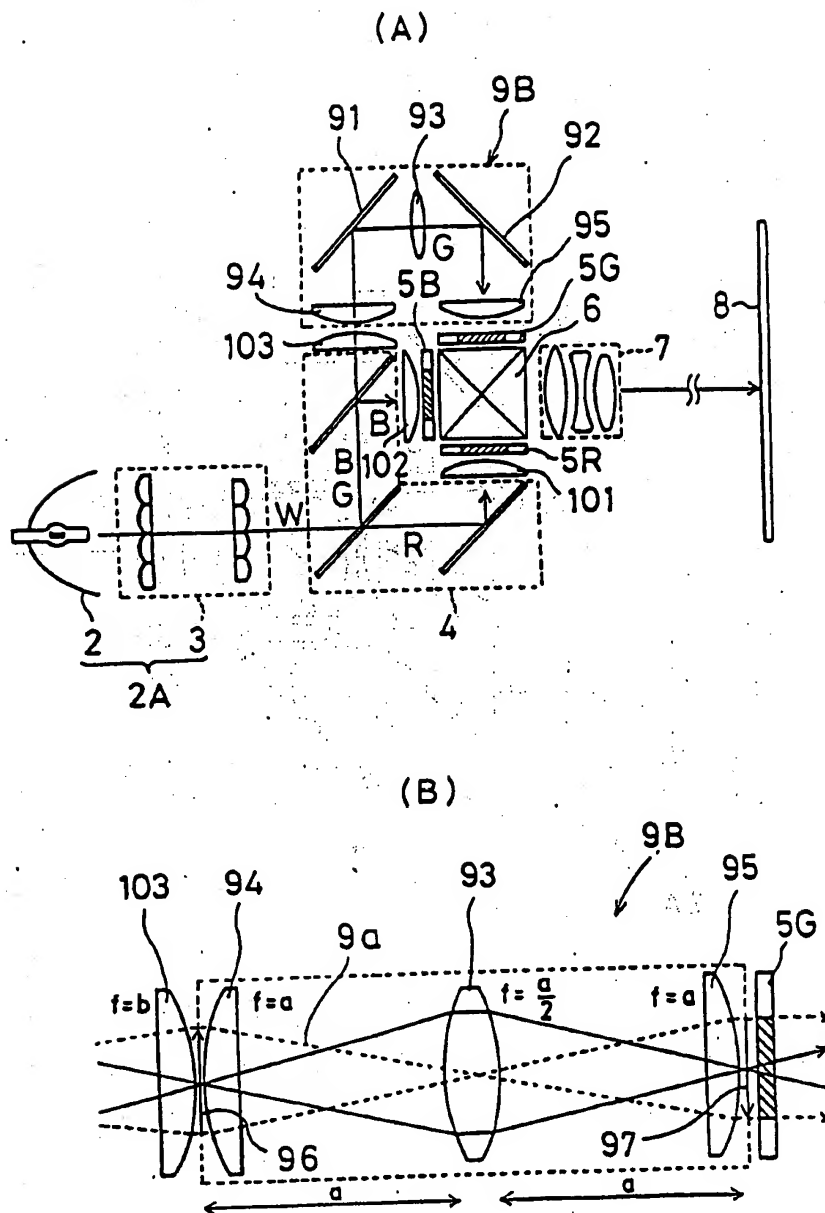
(B)



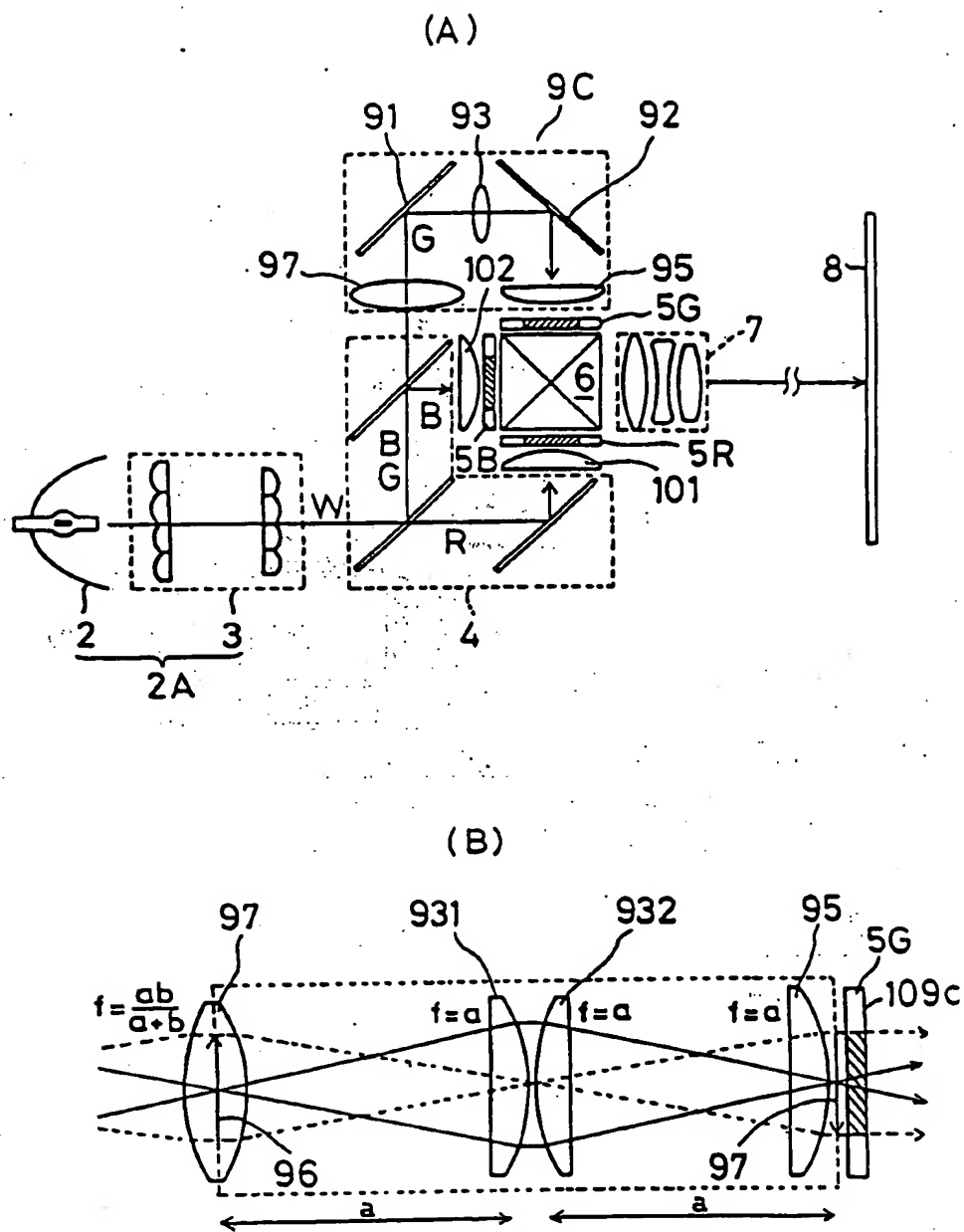
第 6 図



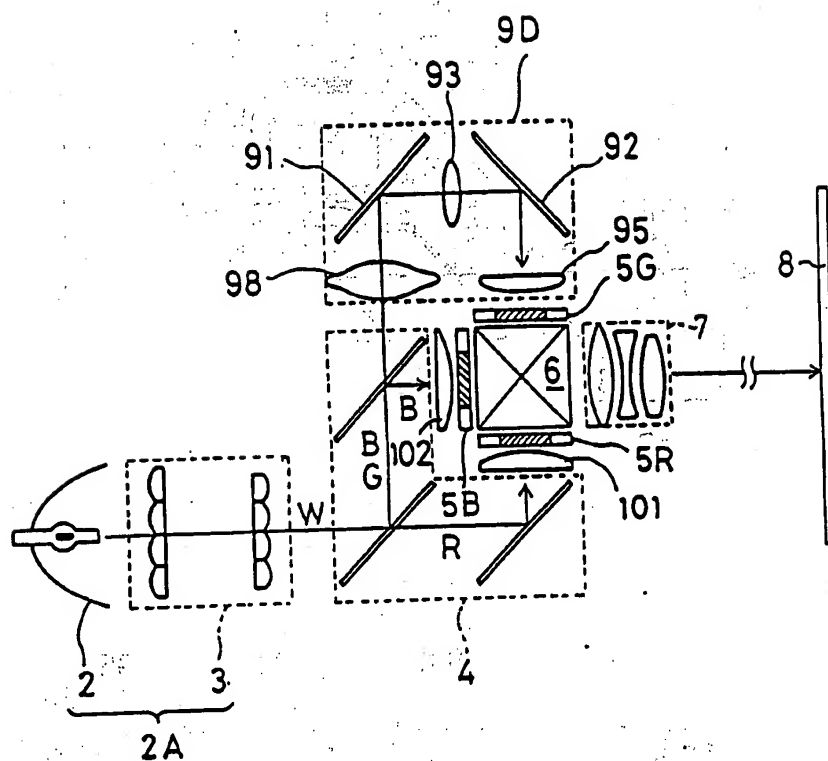
第 7 図



第 8 図

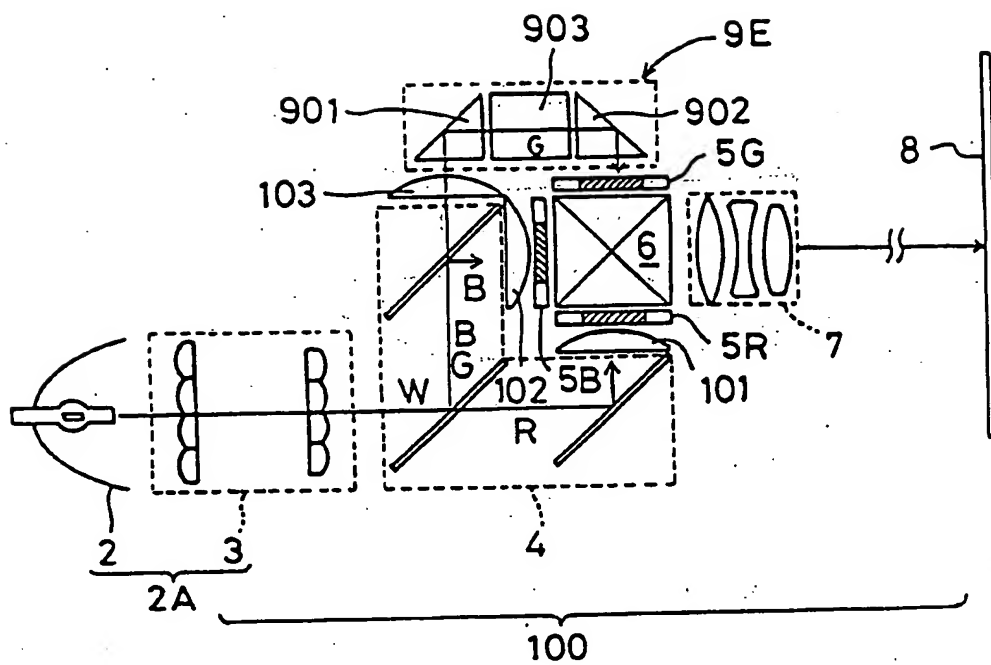


第 9 図

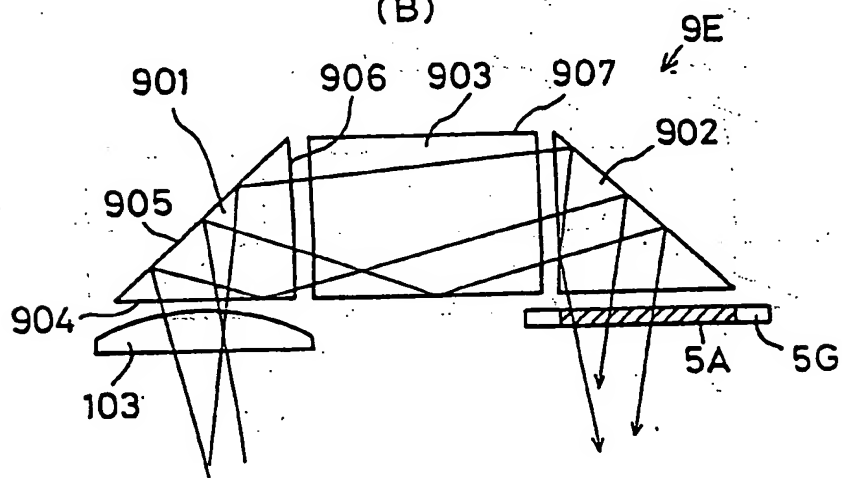


第 10 図

(A)



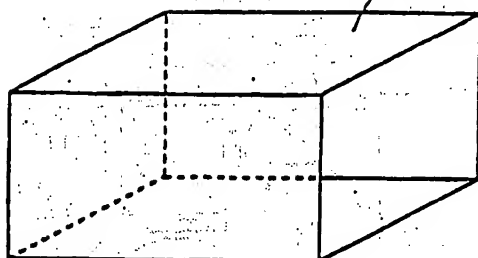
(B)



第 10 図

(C)

903'



(D)

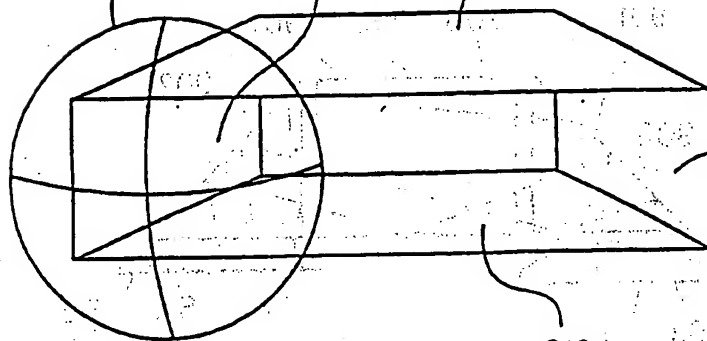
103

913

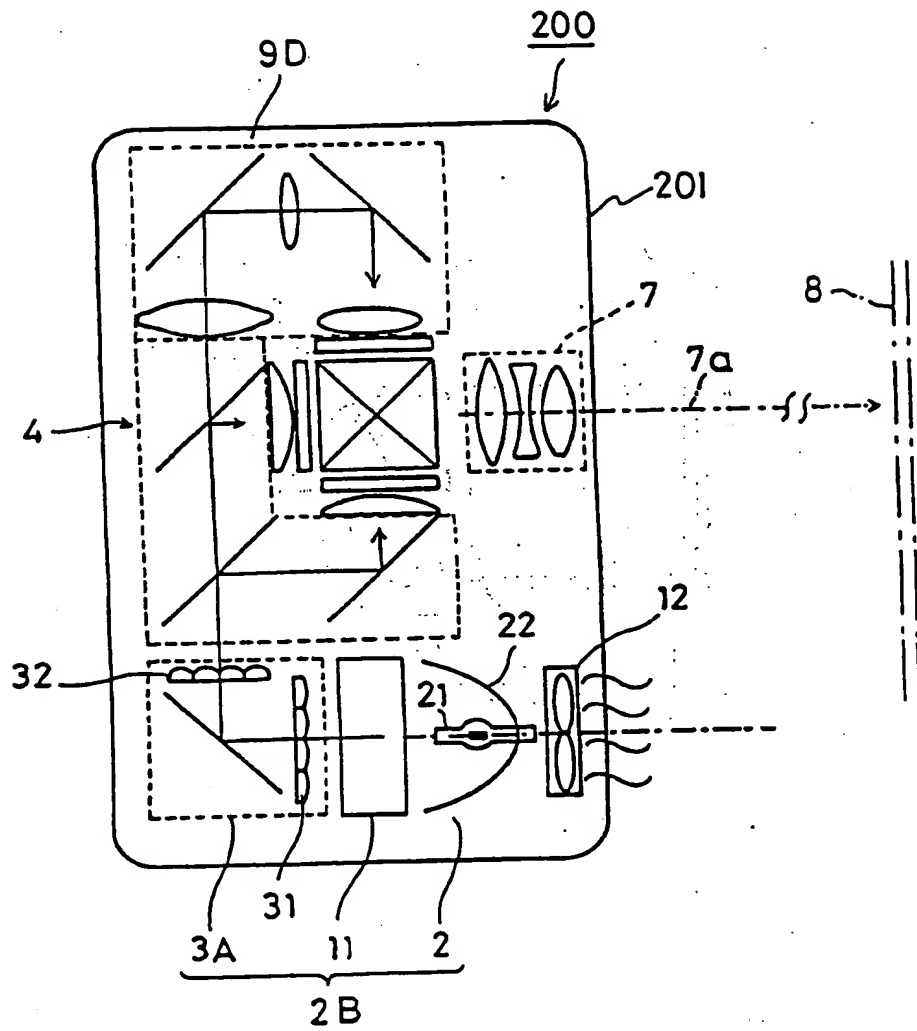
911

914

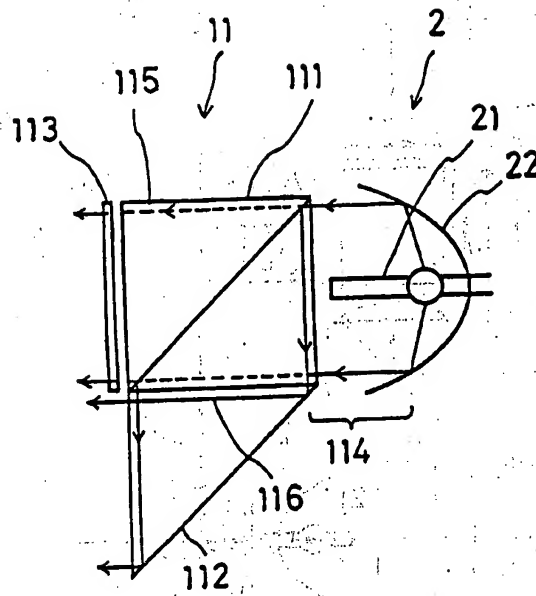
912



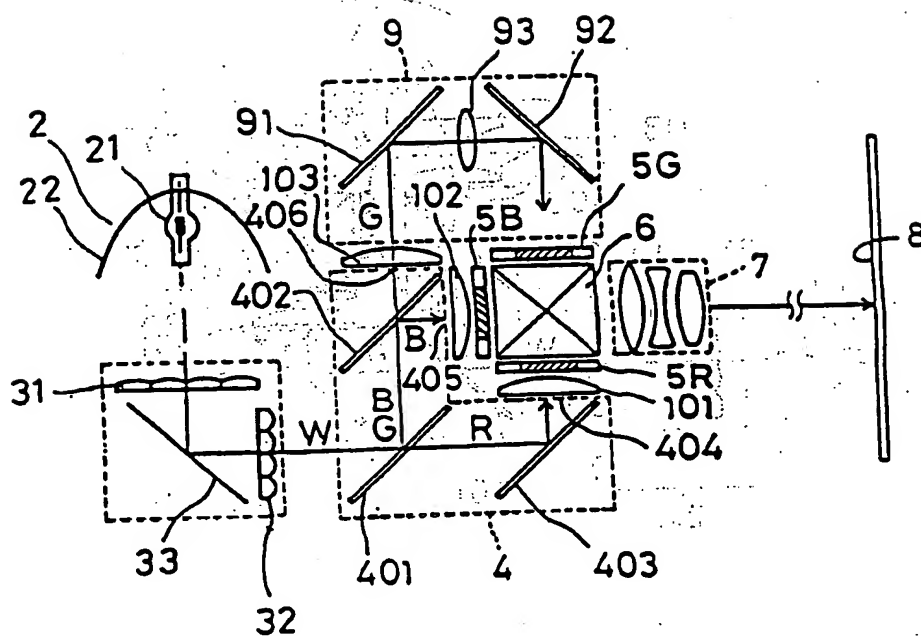
第 1 1 図



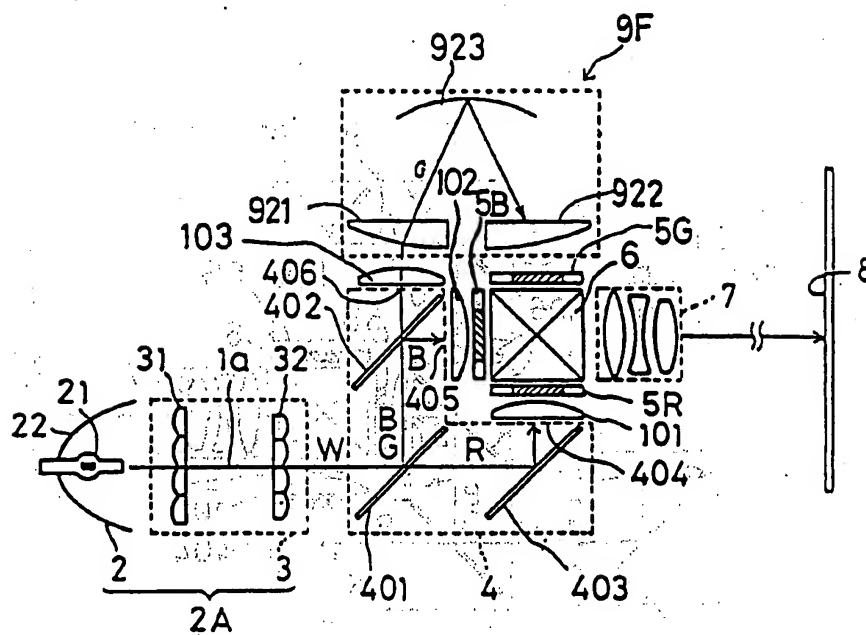
第 1 2 図



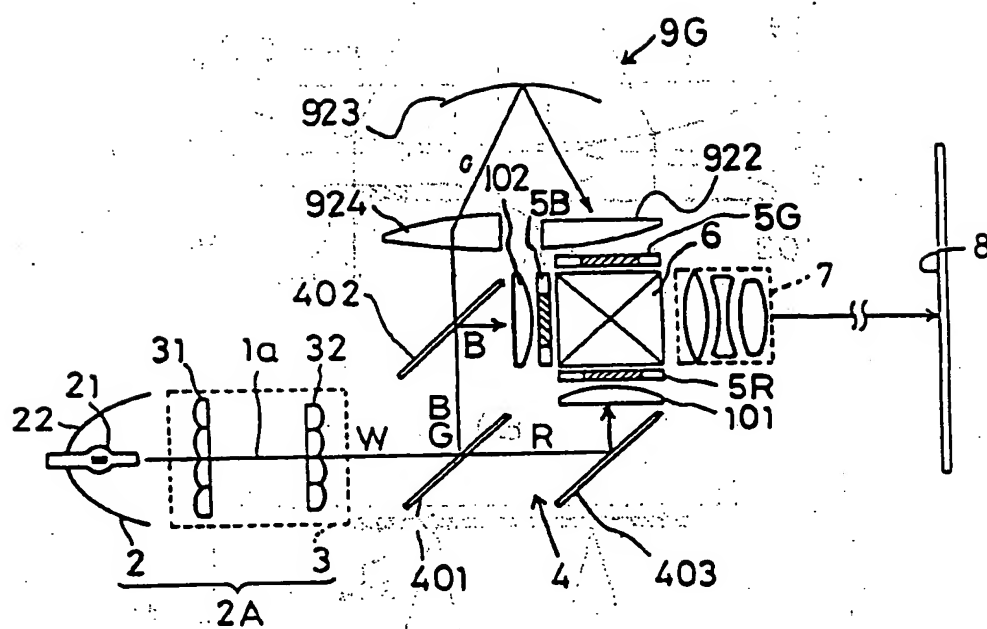
第 13 図



第 1 4 図 (A)

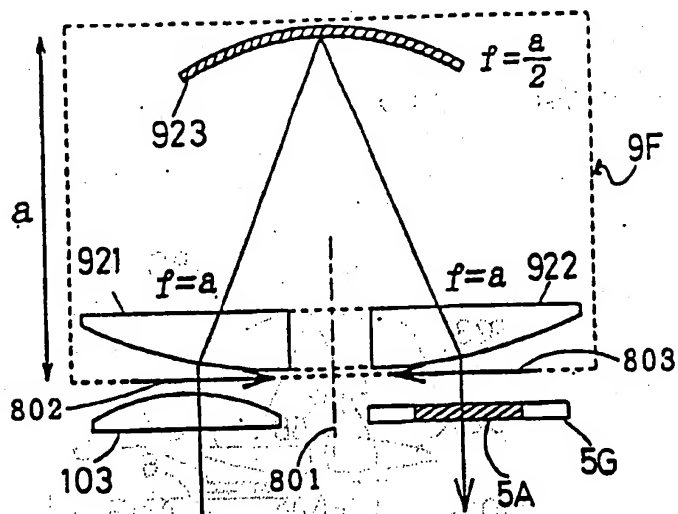


第 1 4 図 (B)

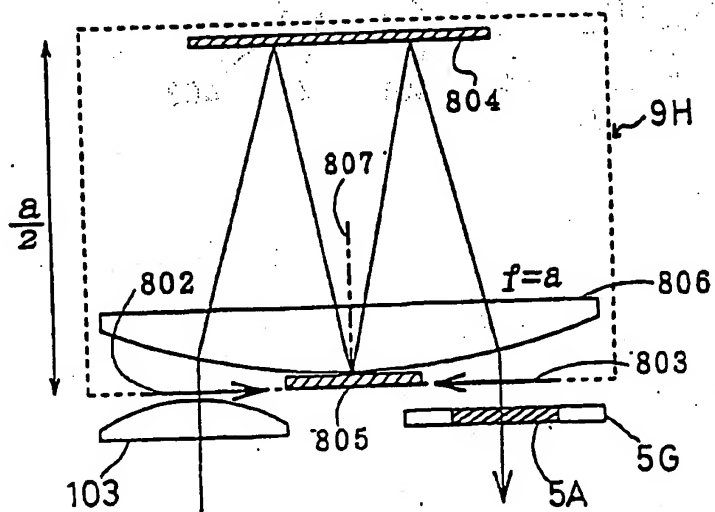


第 1 5 図

(A)



(B)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/00419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ G02F1/13, 1/1335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ G02F1/13, 1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1994
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1994

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | Shunsuke Kobayashi "Display technology series color liquid crystal display", December 14, 1990 (14. 12. 90), Sangyo Tosho P. 111-113 | 1-29 |
| Y | JP, A, 4-86725 (Toshiba Corp.), March 19, 1992 (19. 03. 92), (Family: none) | 1-29 |
| Y | JP, A, 4-234016 (N.V. Philips' Gloeilampen-fabrieken), August 21, 1992 (21. 08. 92), Line 40, column 7 to line 5, column 8, line 15, column 17 to line 7, column 18, (Family: none) | 1-29 |
| Y | JP, A, 2-25016 (NEC Corp.), January 26, 1990 (26. 01. 90), Line 15, lower right column, page 1 to line 1, upper right column, page 2, Fig. 5, (Family: none) | 1-29 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

June 3, 1994 (03. 06. 94)

Date of mailing of the international search report

June 28, 1994 (28. 06. 94)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/00419

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP, U, 2-67312 (Casio Computer Co., Ltd.), May 22, 1990 (22. 05. 90), (Family: none) | 8-10, 18-29 |
| Y | JP, A, 63-46490 (Seiko Epson Corp.), Line 15, upper right column, page 3 to line 10, upper left column, page 4, Figs. 6, 7 & EP, A, 287034 & US, A, 4909601 | 9, 10, 19-29 |
| Y | JP, A, 63-121821 (Hitachi, Ltd.), May 25, 1988 (25. 05. 88), Fig. 1, (Family: none) | 10, 20, 29 |
| Y | JP, U, 1-94985 (Casio Computer Co., Ltd.), June 22, 1989 (22. 06. 89), (Family: none) | 11-20 |
| Y | JP, A, 62-237485 (Seiko Epson Corp.), October 17, 1987 (17. 10. 87), Line 10, lower left column to line 11, lower right column, page 3, (Family: none) | 13-20 |
| Y | JP, A, 63-116123 (Seiko Epson Corp.), May 20, 1988 (20. 05. 88), Fig. 5, (Family: none) | 21-29 |
| Y | JP, A, 3-152526 (Nippon Abionics K.K.), Figs. 2, 3, (Family: none) | 21-29 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁵ G02F1/13, 1/1335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁵ G02F1/13, 1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報

1926-1994年

日本国公開実用新案公報

1971-1994年

国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の
カテゴリー*

引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示

関連する
請求の範囲の番号

Y

小林敏介「ディスプレイ技術シリーズ カラー液晶ディスプレイ」,
14. 12月. 1990 (14. 12. 90),
産業図書 P. 111-113

1-29

Y

JP, A, 4-86725 (株式会社 東芝),
19. 3月. 1992 (19. 03. 92) (ファミリーなし)

1-29

Y

JP, A, 4-234016 (エヌ・ペー・フィリップス・フルー

1-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日
若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献
(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日
の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と
矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のため
に引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規
性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文
献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性
がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 06. 94

国際調査報告の発送日

28.06.94

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

河原 正

2 K 9 0 1 7

電話番号 03-3581-1101 内線

3255

| C (続き). 関連すると認められる文献 | | |
|----------------------|---|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| | イランペンファブリケン), 21. 8月. 1992 (21. 08. 92), 第7欄, 第40行—第8欄, 第5行, 第17欄, 第15行 —第18欄, 第7行 (ファミリーなし) | |
| Y | JP, A, 2-25016 (日本電気株式会社), 26. 1月. 1990 (26. 01. 90), 第1頁, 右下欄, 第15行—第2頁, 右上欄, 第1行目, 第5図 (ファミリーなし) | 1-29 |
| Y | JP, U, 2-67312 (カシオ計算機株式会社), 22. 5月. 1990 (22. 05. 90) (ファミリーなし) | 8-10, 18-29 |
| Y | JP, A, 63-46490 (セイコーエプソン株式会社), 第3頁, 右上欄, 第15行—第4頁, 左上欄, 第10行, 第6図, 第7図 & EP, A, 287034 & US, A, 4909601 | 9, 10, 19-29 |
| Y | JP, A, 63-121821 (株式会社 日立製作所), 25. 5月. 1988 (25. 05. 88), 第1図 (ファミリーなし) | 10, 20, 29 |
| Y | JP, U, 1-94985 (カシオ計算機株式会社), 22. 6月. 1989 (22. 06. 89) (ファミリーなし) | 11-20 |
| Y | JP, A, 62-237485 (セイコーエプソン株式会社), 17. 10月. 1987 (17. 10. 87), 第3頁, 左下欄, 第10行—右下欄, 第11行 (ファミリーなし) | 13-20 |
| Y | JP, A, 63-116123 (セイコーエプソン株式会社), 20. 5月. 1988 (20. 05. 88), 第5図 (ファミリーなし) | 21-29 |
| Y | JP, A, 3-152526 (日本アビオニクス株式会社), 第2図, 第3図 (ファミリーなし) | 21-29 |